-- Iranian Journal of Economic Research------
Volume 28, Issue 94, Spring 2023, 7-46
ijer.atu.ac.ir
DOI: https://doi.org/10.22054/ijer.2021.60583.969

ATU PRESS

Original Research
Received: 30/04/2021
Accepted: 07/09/2021
ISSN: 1726-0728
eISSN:2476-6445

Intangible Capital in Industries with Higher Digital Technology Intensity and Total Factor Productivity

Esfandiar Jahangard — Associate Professor, Economic, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Teymour Mohammadi — Professor, Economic, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Ali Asghar Salem — Associate Professor, Economic, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Forough Esmaeily Sadrabadi* — Ph.D. Student, Economic, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

The question that is considered by researchers in the field of knowledge-based economy is that among the factors affecting intangible investment, does information and communication technology have a heavier weight than the rest of the factors? In this study, using the Corrado,Hulten and Sichel (CHS) approach, the measurement of intangible investment is calculated. In their research, intangible investment has been divided into three major parts: computer information, innovative assets, and economic competencies. Then these three components are divided into nine parts. In this article, we select

- This article is extracted from Ph.D. dissertation of Economics Faculty of Allame Tabataba`i University

* Corresponding Author: fesmaeily@gmail.com

How to Cite: Jahangard, E., Mohammadi, M., Salem, A. A., Esmaeily Sadrabadi, F. (2023). Intangible Capital in Industries with Higher Digital Technology Intensity and Total Factor Productivity. *Iranian Journal of Economic Research, 28 (94),* 7- 46.

the component of information and communication technology, which is the first component of intangible transitory capital, and its effect on Total Factor Productivity(TFP) has been investigated. The field of study is manufacturing industries with a four-digit economic activity classification code for employees of ten and above during the years 1996 to 2018. Using panel data and GMM, the productivity function was estimated for manufacturing industries. The results of this research show that ICT has a significant role on the productivity of all production factors, and its coefficient is higher than other intangible investment components.

1- Introduction

Intangible investment, as an important and growing component of total investment, is increasingly important for analyzing current economic trends and forecasting future growth. Similar to investment in tangible assets, expenditures made by industries or governments on intangible investments behave like gross fixed capital formation and create a significant and growing share in total investment.

In order to manage intangible resources as a source of growth at the macroeconomic level and a driver of value creation for individual enterprises, it is very important to measure them. It is obvious that many studies have focused on intangible investment, which shows the importance of this topic.

One of the important issues in any economy is the impact of intangible investment measurement on real economic variables. This study first tries to estimate the share and trend of intangible capital in the activities of manufacturing industries in Iran, which is important for Iran's economy due to the lack of studies in this field. Also, the effect of one of its component(Information and Communication Technology, ICT) on total factor productivity is one of the focal points of this study, which can have constructive suggestions in order to advance future goals.

2- Methods and Material

In order to measure intangible capital in Iran, we follow the approach of CHS, who classify intangibles into three major types of assets: computerized information, innovative property, and economic competencies. Computerized information consists of, for instance, software and databases. Although the innovative property category of intangibles includes the familiar R&D spending data as one of its components, this is a broader category. It reflects not only the scientific knowledge embedded in patents, licenses, and general know-how (not patented) but also the innovative and artistic content in commercial copyrights, licenses, and designs. The category thus encompasses what we term “nonscientific R&D” in addition to the familiar “scientific R&D” component[1]. Brand equity and firm- specific resources include economic competencies.

In Iran's economy, intangible capital is "Computer Software", "Information and Communication", "Research and Laboratory", "Advertising, Exhibitions and Press" and "Educational Services" based on ISIC code of manufacturing industries can cover nine points of the CHS approach. The time course of the impact of information and communication technology on the economy follows Schumpeter's law for the impact process of general purpose technology (GPT). Studies conducted on the impact of ICT on the growth of production and productivity of developed countries confirm the Schumpeterian process of technological development in the case of ICT. It affects the efficiency of manufacturing companies in three ways. First, the direct effect, which is similar to the effect of other factors of production on production, i.e. capital deepening. The second is the indirect effect or internal spillover, which means increasing the efficiency of other inputs due to the use of ICT. The third effect is the external spillover effect. The use of ICT in one company increases efficiency in other companies as well.

1. Corrado,C., et al.(2005)

3- Results and Discussion

By examining the data of Iran's manufacturing industries, in the studied codes, production of motor vehicles, manufacturing of measuring equipment, production of iron and steel, etc. have the largest share of ICT in intangible capital.

Solow recommends functions in the form of Cobb-Douglas to calculate total factor productivity (TFP). By separating ICT from intangible investment in the production model, including intangible investments, physical investment, and labor, the GMM was investigated for panel data.

The results show when information and communication technology on the TFP model is increased by one unit ,TFP will be increased by 0.5 unit, showing high impact of ICT on TFP. The Non-Information and Communication Technology (NICT) intangible is also trivial (approximately 0.03), meaning that the use of more non-Information and Communication Technology (NICT) will increase the TFP very slightly. Also, if physical capital and labor force increase by 1% , the TFP increases 0.26% and .03% on average ,respectively.

4- Conclusion

The importance of intangible investment is increasing compared to the amount of investment in tangible capital, including transportation infrastructure, machinery and power plants, etc. As a result, the role of intangible investment becomes increasingly important for understanding and predicting productivity trends, economic growth and innovation. This research answers the question that if manufacturing decide to increase their ICT investment (which is one of the intangible investments), will their TFP also increase?

Our findings of four-digit ISIC codes of Iranian industries during the years 1996 to 2018 indicate that information and communication technology, research and development, advertising brands, educational and research services, Laboratory,etc. can be mentioned among the factors affecting the investment of intangible capital.

Ultimately,among the factors affecting TFP ,the impact of investment in skilled and specialized human force, information and communication technology on TFP has a larger impact in comparison other factors relation intangible investment.Therefore, intangible investment, especially information and communication technology,is crucial to achieve an optimal TFP. Higher investment in these fields are suggested accordingly**.**

Keywords: Intangible Capital, Information and Communication Technology, Total Factor Productivity, CHS Approach, Panel Data.

JEL Classification: O32, O34, O47, C23.

مقاله پژوهشی

-- پژوهش‌های اقتصادی ایران---------
دوره ۲۸، شماره ۹۴، بهار ۱۴۰۲، ۷-۴۶
ijer.atu.ac.ir
DOI: https://doi.org/10.22054/ijer.2021.60583.969

سرمایه‌گذاری‌های نامشهود در صنایع با شدت فناوری دیجیتالی بالاتر و بهره‌وری عوامل تولید

اسفندیار جهانگرد دانشیار، گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تیمور محمدی استاد، گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

علی اصغر سالم دانشیار، گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

فروغ اسمعیلی صدرآبادی* دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۵

eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۴۵ ISSN:۱۷۲۶-۰۷۲۸

چکیده

سوالی که مدنظر پژوهشگران در حیطه اقتصاد دانش بنیان است، این است که از میان مولفه‌های موثر بر سرمایه‌گذاری نامشهود، آیا فناوری اطلاعات و ارتباطات وزن سنگین‌تری نسبت به مابقی مولفه‌ها دارد؟ در این مطالعه با استفاده از رویکرد CHS به محاسبه اندازه‌گیری سرمایه‌گذاری نامشهود پرداخته شد. در تحقیقات کورادو و همکاران (۲۰۰۵)، سرمایه‌گذاری نامشهود را به سه قسمت عمده اطلاعات رایانه‌ای، دارایی نوآورانه و صلاحیت‌های اقتصادی تقسیم کرده‌اند. در این مقاله، مولفه فناوری اطلاعات و ارتباطات که جزء اول سرمایه‌گذاری نامشهود است را از آن جدا کردیم و میزان اثرگذاری آن بر بهره‌وری عوامل تولید بررسی شده است. حوزه مورد مطالعه، صنایع کارخانه‌ای با کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی برای کارکنان ۱۰ نفر و بالاتر طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ است. با استفاده از داده‌های پانلی و با الگوی گشتاورهای تعمیم یافته به برآورد تابع بهره‌وری برای صنایع کارخانه‌ای پرداخته شد. نتایج این پژوهش، نشان می‌دهد که ICT نقش پررنگی بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد. همچنین ضریب آن نسبت به دیگر مولفه‌های سرمایه‌گذاری نامشهود، بالاتر است.

واژگان کلیدی: سرمایه‌گذاری نامشهود، فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری کل عوامل تولید، رویکرد CHS، داده‌های پانلی.

طبقه‌بندی JEL: O32, O34, O47, C23.

- مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته علوم اقتصادی دانشگاه علامه طباطبائی است

* نویسنده مسئول: fesmaeily@gmail.com

۱. مقدمه

ادبیات مربوط به سرمایه نامشهود، مفهوم اصلی سرمایه‌گذاری در حساب‌های ملی را با استفاده از هزینه‌های زیادی در رابطه با سرمایه نامشهود (پایگاه داده‌های رایانه‌ای، تحقیق و توسعه، طراحی، حقوق صاحبان برند، آموزش خاص شرکت و کارآیی سازمان) به عنوان سرمایه‌گذاری گسترش می‌دهد (Corrado, et al., 2005). به عنوان مثال، وقتی این دیدگاه گسترده از سرمایه‌گذاری در یک تجزیه و تحلیل منابع رشد گنجانده شد، سرمایه‌گذاری‌های نامشهود یک پنجم تا یک سوم رشد بهره‌وری نیروی کار در بخش بازار اقتصاد ایالات متحده و اتحادیه اروپا تحت تاثیر خود قرار داده است (Corrado, et al., 2009). به منظور مدیریت منابع نامشهود به عنوان منبع رشد در سطح کلان اقتصادی و محرک ایجاد ارزش برای بنگاه‌های انفرادی، اندازه‌گیری آن بسیار مهم است (Corrado, et al., 2012). آشکار است مطالعات زیادی به سرمایه‌گذاری نامشهود پرداخته که این خود نشان‌دهنده اهمیت این موضوع است.

مطالعات زیادی نشان می‌دهد که سرمایه نامشهود منبع مهمی برای رشد در اقتصاد آمریکا و اروپا است و میزان سرمایه‌گذاری اندازه‌گیری شده بالاتر از زمانی است که فقط دارایی‌های فیزیکی سنتی در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال، یک مطالعه مهم اقتصاد کلان توسط باسو و همکاران[1] (۲۰۰۸) نشان می‌دهد که این سرمایه‌گذاری‌های مکمل فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش مهمی در توضیح اینکه چرا رشد بهره‌وری در ایالات متحده شتاب می‌یابد، اما در انگلستان کاهش یافته است، ایفا می‌کند. سرمایه‌گذاری نامشهود، به عنوان یک مولفه مهم و رو به رشد سرمایه‌گذاری کل به طور فزاینده‌ای برای تجزیه و تحلیل روندهای اقتصادی فعلی و پیش‌بینی رشد آینده اهمیت دارد. مشابه سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مشهود، هزینه‌هایی که صنایع یا دولت‌ها روی سرمایه‌گذاری‌های نامشهود می‌کنند، رفتاری همانند تشکیل سرمایه ثابت ناخالص[2] را دارند و سهم قابل توجه و رو به رشدی را در سرمایه‌گذاری کل ایجاد می‌کنند[3].

1. Basu, S., et al.
2. Gross Fixed Capital Formation (GFCF)
3. European Economic Forecast

یکی از موضوعات مهم در هر اقتصادی تاثیر اندازه‌گیری سرمایه‌گذاری نامشهود یا ناملموس بر متغیرهای حقیقی اقتصاد است. برای بررسی این مهم ابتدا لازم است با توجه به تعاریف و مطالعات معتبر بین‌المللی، سرمایه‌گذاری نامشهود در فعالیت‌های اقتصادی را برآورد کرده و نحوه رفتار آن‌ها را شناخت. پس از برآورد این مهم می‌توان به آزمون فرضیه‌ها دست زد و نحوه تاثیرگذاری آن بر متغیرهای حقیقی اقتصاد از جمله بهره‌وری را سنجید.

یکی از فعالیت‌های با بضاعت آماری و همچنین سهم بالا و مهم در کارکردهای اقتصاد ایران، فعالیت‌های صنایع کارخانه‌ای در ایران است که این مطالعه ابتدا درصدد برآورد سهم و روند سرمایه‌های نامشهود در این فعالیت‌ها است که با توجه به کمبود مطالعه در این زمینه برای اقتصاد ایران مهم است. همچنین نحوه تاثیر یکی از مولفه‌های آن فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید نیز از صحبت‌های بعدی این مطالعه است که می‌تواند راهگشای رهیافت‌های اقتصادی و تصمیمات مهم در کشور باشد.

در ادامه مطالعه به این صورت دنبال می‌شود: در قسمت دوم بررسی کلی وضعیت موضوع مورد مطالعه بررسی می‌شود و در قسمت سوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش آورده شده است. بخش‌های چهارم، پنجم و ششم به پایه‌های آماری، تصریح مدل بهره‌وری و تخمین و تفسیر نتایج اختصاص دارد و در نهایت در بخش پایانی نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی ارائه شده است.

۲. مبانی نظری

۲-۱. بررسی کلی وضعیت موضوع مورد مطالعه

حساب‌های ملی کنونی مطابق استاندارد سیستم حساب‌های ملی[1] در سال ۲۰۰۸ مجموعه‌ای از نامشهودهای خاص را تحت عنوان دارایی «محصولات مالکیت فکری» یعنی تحقیق و توسعه، اکتشاف مواد معدنی، نرم‌افزار رایانه‌ای و بانک‌های اطلاعاتی، سرگرمی، اصالت ادبی و هنری ثبت می‌کند. وجه مشخصه این محصولات این است که ارزش آن‌ها ناشی از تلاش فکری است و آن‌ها را به طور کلی می‌توان به این صورت بیان کرد که محصولات

1. System of National Accounts (SNA)

مالکیت فکری نتیجه توسعه، پژوهش، تحقیق و یا نوآوری است که منجر به دانشی می‌شود که پژوهشگران می‌توانند آن را در بازار عرضه کنند و یا به نفع خود در تولید استفاده کنند؛ زیرا استفاده از این دانش به وسیله قانون یا هرنوع ابزار حمایتی دیگر محدود می‌شود.

در «اقتصاد دانش بنیان» امروزی، دارایی‌های نامشهود مانند تحقیق و پژوهش، نرم‌افزار و دیگر مالکیت فکری اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. همچنین اهمیت روزافزون سرمایه‌گذاری‌های نامشهود را می‌توان به نمودی از انعکاس سهم آن‌ها در رشد تولید ناخالص داخلی دانست. تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در دارایی‌های نامشهود با تعریف سازمان آماری اتحادیه اروپا[1] سال ۲۰۱۰ به طور میانگین بیش از یک سوم از کل سرمایه‌گذاری را در رشد تولید ناخالص داخلی واقعی به خود اختصاص داده است. همچنین با مقایسه تغییر مرز دارایی حساب‌های ملی بین SNA در سال ۲۰۰۸ (که به تازگی اجرایی شده است) و SNA سال ۱۹۹۳ به این نتیجه خواهیم رسید که با در نظر گرفتن سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه -که پیشتر به عنوان سرمایه‌گذاری مورد استفاده قرار نمی‌گرفت، بلکه به عنوان مصرف متوسط بود- میانگین سهم تشکیل سرمایه ثابت نامشهود در رشد تولید ناخالص داخلی تقریبا دو برابر شده است.

قبل از ورود به مبحث فناوری اطلاعات و ارتباطات به نحوه اندازه‌گیری سرمایه‌گذاری نامشهود پرداخته می‌شود. برای محاسبه سرمایه‌گذاری نامشهود همانطور که پیشتر به آن اشاره شد از رویکرد کورادو و همکاران [2] (۲۰۰۵ و ۲۰۰۹) که پیشرو در این زمینه هستند، کمک گرفته شده است. قبل از بحث در مورد چگونگی سنجش سرمایه‌گذاری نامشهود، یک سوال مدنظر است: چرا نیاز به طبقه‌بندی مجدد هزینه‌ها روی نامشهودها و مشهودها به عنوان سرمایه‌گذاری است؟ کورادو و همکاران (۲۰۰۵) این طور استدلال کرده‌اند که «هرگونه استفاده از منابعی که باعث کاهش مصرف و تولید فعلی به منظور افزایش آن در آینده می‌شود» باید به عنوان سرمایه‌گذاری تلقی شود. هزینه‌های دارایی‌های ملموس، مانند ساختمان‌های اداری، ماشین‌آلات، وسایل نقلیه و تجهیزات مطمئنا این معیار را برآورده می‌کند، اما هزینه‌هایی که شرکت‌ها نیز در هزینه‌های تجاری، تحقیق و توسعه و

1. European System of Accounts (ESA)
2. Corrado, C., et al.

ساختارهای سازمانی خرج می‌کنند به عنوان سرمایه‌گذاری تلقی می‌شود. هزینه‌های این دارایی‌ها که در اینجا به طور نامشهود نامیده می‌شوند به ارزش شرکت‌های انفرادی و رشد اقتصاد کمک می‌کنند. کمتر کسی با مزایای بالقوه پایدار سرمایه نامشهود و نقش آن‌ها به عنوان نهاده‌های تولیدی ناآشنا است، اما در مورد اندازه سرمایه‌گذاری نامشهود در سطح اقتصاد اطلاعات کمی وجود دارد و این شرکت‌های تولیدی از فقدان داده قابل معامله در بازار برای ارزیابی، رنج می‌برند. آن‌ها سرمایه‌گذاری نامشهود را به سه دسته به شرح جدول (۱) تقسیم کرده‌اند.

جدول ۱. دسته‌بندی سرمایه‌گذاری نامشهود با رویکرد CHS

ردیف	گروه	نوع سرمایه دانش
۱	الف- اطلاعات رایانه‌ای	دانش مرتبط به برنامه‌ها و نرم‌افزارهای رایانه‌ای و بانک‌های اطلاعاتی کامپیوتری
۲	ب- دارایی نوآورانه	دانش به دست آمده از طریق تحقیق علمی و پژوهشی و فعالیت‌های خلاقانه و غیرعلمی
۳	ج- صلاحیت‌های اقتصادی	دانش موجود در منابع انسانی و ساختاری خاص شرکت از جمله نام‌های تجاری

ماخذ: کورادو و همکاران (۲۰۰۵)

کورادو و همکاران تقسیم‌بندی جدول (۱) را گسترش دادند و سرمایه‌گذاری نامشهود را شامل ۹ بند به شرح جدول (۲) می‌نامند.

در اقتصاد ایران داده‌های «نرم‌افزارهای کامپیوتری»، «اطلاعات و ارتباطات» برای بند الف جدول (۲) برای دوره‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ استفاده شد. «تحقیقات و آزمایشگاه» و «خدمات آموزشی» را می‌توان در بند ب قسمت ۳ و ۶ پوشش داد. ردیف ۴ بند ب در مورد اکتشافات معدنی و به طور کلی تحقیق و توسعه در حوزه معدن است که حیطه موضوع این نوشتار که صنایع کارخانه‌ای است، نیست. ردیف ۵ بند ب به موضوع اثر تحقیق و توسعه در حوزه هنر و سرگرمی می‌پردازد که تا جایی که به کدهای طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی مربوط به صنایع کارخانه‌ای باشد، تمام مولفه‌های مربوط به نامشهود آورده شده است، اما به صوت مجزا چون حیطه مطالعه این رساله نیست به آن پرداخته نشده است. در قسمت ج می‌توان قسمت ۷ و ۸ را پوشش داد. همانطور که

قسمت ۹ به آن اشاره کرده است، اطلاعات کاملی در این زمینه نیست که برای ایران هم در این زمینه، داده‌ای وجود ندارد.

جدول ۲. جزئیات سرمایه‌گذاری نامشهود با رویکرد CHS

ردیف	گروه	نوع سرمایه دانش
۱	الف- اطلاعات رایانه‌ای	نرم‌افزار رایانه‌ای: هزینه‌های نرم‌افزاری را که برای استفاده شخصی یک شرکت ایجاد شده است، پوشش می‌دهد که شامل سه مولفه است: استفاده شخصی، خریداری شده و نرم‌افزار سفارشی.
۲		بانک اطلاعاتی رایانه‌ای
۳	ب- دارایی نوآورانه	علم و مهندسی تحقیق و توسعه (هزینه‌های محصولات جدید و فرآیندهای تولید جدید که معمولا منجر به ثبت اختراع یا مجوز می‌شود): بیشتر تحقیق و توسعه در ساخت، انتشار نرم‌افزار و صنایع ارتباطات از راه دور
۴		اکتشاف مواد معدنی (هزینه برای به دست آوردن ذخایر جدید): به طور عمده تحقیق و توسعه در صنایع معدن
۵		حق چاپ و مجوز برای توسعه سرگرمی و اصالت هنری به طور عمده تحقیق و توسعه در صنایع بخش اطلاعات (به جز انتشار نرم‌افزار)
۶		سایر هزینه‌های توسعه محصول، طراحی و تحقیقات (لزوما منجر به ثبت اختراع یا حق چاپ نمی‌شود): به طور عمده تحقیق و توسعه در امور مالی و سایر خدمات خدمات.
۷	ج- صلاحیت‌های اقتصادی	حقوق صاحبان سهام (هزینه‌های تبلیغاتی و تحقیقات بازار برای توسعه برندها و علائم تجاری): خرید خدمات تبلیغاتی، مخارج تبلیغاتی و هزینه‌های مربوط به تحقیقات بازار
۸		سرمایه انسانی خاص شرکت (هزینه‌های توسعه مهارت‌های نیروی کار؛ یعنی آموزش کار و پرداخت شهریه برای آموزش مرتبط با شغل)
۹		ساختار سازمانی (هزینه‌های تغییر سازمانی و توسعه و هزینه‌های تشکیل شرکت): هیچ اطلاعات آماری گسترده و اجماع کاملی درباره این حوزه وجود ندارد.

ماخذ: کورادو و همکاران (۲۰۰۵)

در اقتصاد ایران با توجه به بضاعت آماری می‌توان سرمایه‌گذاری نامشهود را در کارگاه‌های صنعتی به تفکیک کدهای طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی برآورد کرد. در ایران و با توجه به داده‌های مرکز آمار ایران داده‌های «نرم‌افزارهای کامپیوتری»، «اطلاعات و ارتباطات»، «تحقیقات و آزمایشگاه»، «تبلیغات، آگهی، نمایشگاه

و مطبوعات» و «خدمات آموزشی» به تفکیک کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی می‌تواند ۹ بند رویکرد CHS را پوشش دهد (اسمعیلی و همکاران، ۱۴۰۰).

۲-۲. تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری نامشهود به فاوا و غیرفاوا

مسیر زمانی تاثیرگذاری فاوا بر اقتصاد از قاعده‌ای که توسط شومپیتر[1] (۱۹۹۴) برای فرآیند اثرگذاری فناوری‌های با کاربرد عام[2] ارائه شده است، پیروی می‌کند. طبق این قاعده، فناوری‌های با کاربرد عام، مانند ماشین بخار و برق در گذشته، ابتدا ممکن است اثر خنثی و یا حتی منفی بر بهره‌وری و رشد فعالیت‌های اقتصادی داشته باشند، زیرا در شرایط اولیه توسعه فناوری، سایر امکانات مکمل آن‌ها هنوز آماده نبوده و ریسک استفاده از آن‌ها برای بنگاه‌ها نیز زیاد است. اگر فناوری از ویژگی سرریز شبکه‌ای برخوردار باشد با توجه به کوچک بودن اندازه شبکه در مراحل اولیه، نفع زیادی برای استفاده‌کنندگان آن وجود نخواهد داشت. پس از طی مرحله اول، هنگامی که عوامل مکمل آماده و افراد و واحدهای اقتصادی به تدریج با ابعاد فناوری جدید آشنا شده و مهارت‌های لازم را کسب کردند، بازدهی سرمایه‌گذاری در فناوری افزایش می‌یابد و در نتیجه شاهد گسترش وسیع و سریع آن در بخش‌های مختلف اقتصاد خواهیم بود. در مرحله سوم، رشد فناوری اشباع شده و اثر بهره‌وری آن به حالت عادی باز خواهد شد (Agion & Howitt, 1998 and Lipsey, et al., 2005).

مطالعات انجام شده در زمینه اثرگذاری فاوا بر رشد تولید و بهره‌وری کشورهای توسعه یافته، روند شومپیتری توسعه فناوری در مورد فاوا را تایید می‌کنند. هرچند بررسی‌های اولیه در اوایل ۱۹۹۰ نتوانستند اثر مثبتی برای استفاده از فاوا بر بهره‌وری بنگاه‌ها و کل اقتصاد پیدا کنند، اما با توجه به تحقیقات بسیاری که بعدها در زمینه اثرگذاری فاوا در سطح بنگاه‌های اقتصادی و اقتصاد کلان در جهان و به ویژه در کشورهای توسعه یافته انجام گرفت، مشخص شد که سرمایه‌گذاری در فاوا اثر مثبت زیادی بر فعالیت‌های بنگاه‌های تولیدی و کل اقتصاد به ویژه در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ داشته است. به طور خاص، استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی دیجیتال موجب کارآیی عوامل تولید و

1. Shumpeter, A.
2. General Purpose Technology (GPT)

کارآیی کل، بهبود کیفیت کالا، تولید محصولات جدید، افزایش سود، افزایس سهم بازار، تحولات بازار کار، افزایش نوآوری و رقابت‌پذیری در سطح بنگاه‌ها و کل اقتصاد می‌شود، اما اینکه آیا توسعه فاوا و میزان اثرگذاری آن بر بهره‌وری به مرحله اشباع خود رسیده یا نه، هنوز موضوع مورد اختلاف و بحث پژوهشگران است.

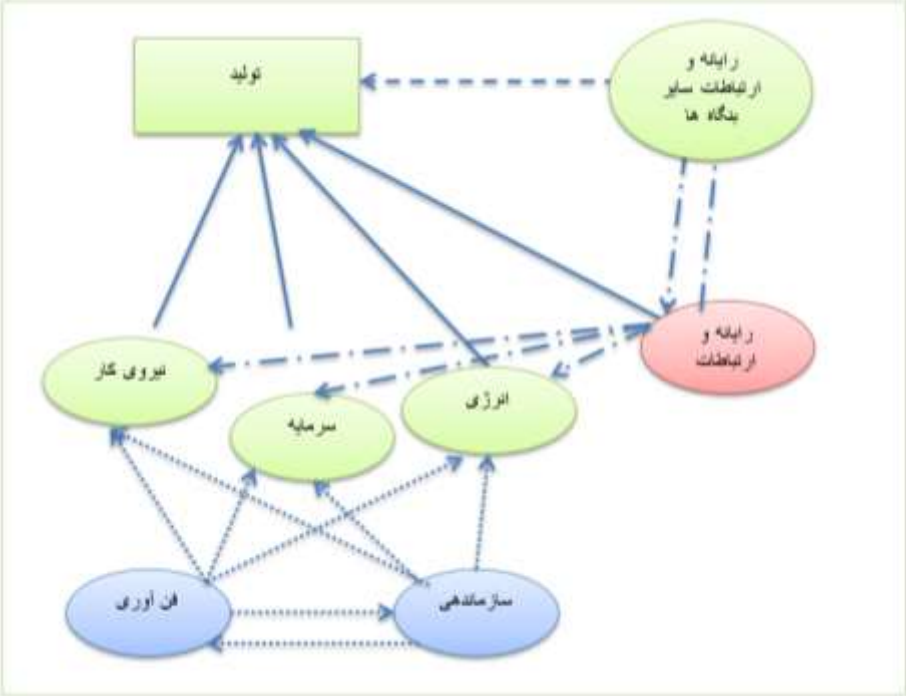
توجه به مراحل اثرگذاری بر فاوا و بهره‌وری اهمیت زیادی دارد؛ زیرا سیاست‌گذاری در ارتباط با توسعه فناوری باید با توجه به تشخیص این مراحل در هر جامعه‌ای باشد. در مراحل اولیه توسعه فناوری، نیاز به حمایت‌های دولت برای جبران ریسک‌های ناشی از ناشناخته بودن آثار فناوری وجود دارد. وضع قوانین و مقررات مناسب برای حمایت کارآفرینی و رشد فناوری با توجه به پذیرش آن در سطح عمومی جامعه و بهره‌مندی مستقیم افراد و بنگاه‌ها از به‌کارگیری آن، دیگر نیازی به حمایت‌های اقتصادی دولت وجود نخواهد داشت.

به طور کلی، فاوا از سه طریق بر کارآیی بنگاه‌های تولیدی اثر می‌گذارد؛ اول، اثر مستقیم که مانند اثر سایر عوامل تولید بر تولید؛ یعنی تعمیق سرمایه[1] است. افزایش عوامل تولید موجب افزایش تولید می‌شود، اما با توجه به ویژگی‌های بازدهی نزولی یک عامل تولید با فرض ثبات سایر عوامل تولید در کوتاه‌مدت، عمر این روند پایدار نیست. دوم، اثر غیرمستقیم یا سرریز داخلی است که به معنی افزایش کارآیی سایر نهاده‌ها به علت استفاده از فاوا است. به عنوان نمونه، استفاده از رایانه و نرم‌افزارهای تخصصی موجب افزایش سطح مهارت و کارآیی نیروی کار و سایر سرمایه‌های فیزیکی می‌شود. همچنین به‌کارگیری فناوری جدید، زمینه ایجاد تغییرات اساسی در سازماندهی تولید شامل سلسه مراتب، انعطاف‌پذیری در ساعات کار، ارتباط عوامل تولید با هم و با خارج از بنگاه را فراهم می‌کند. اثر سوم، اثر سرریز خارجی است؛ به این ترتیب که استفاده از فاوا در یک بنگاه موجب افزایش کارآیی در سایر بنگاه‌ها می‌شود. این اثر ناشی از ویژگی‌های آثار خارجی کالاهای شبکه‌ای و دانش بنیان است. اثر شبکه‌ای به این معنی است که استفاده از فناوری یا کالای خاص توسط دیگر افراد یا بنگاه‌ها، ارزش و کارآیی آن را برای استفاده‌کننده افزایش می‌دهد. ویژگی دانش بنیان نیز به این معنی است که ایجاد دانش

1. Capital Deepening

-به عنوان یک کالای عمومی- در یک بنگاه در محدوه آن بنگاه محصور نمی‌ماند و مورد استفاده سایر بنگاه‌ها نیز قرار خواهد گرفت. تلفن همراه، اینترنت یا شبکه‌های مجازی نمونه‌های بارزی از کالاهای شبکه‌ای هستند؛ به طوری که ارزش آن‌ها برای استفاده‌کنندگان با گسترش حجم شبکه بیشتر می‌شود (مشیری، ۱۳۹۵). همگرایی سریع بنگاه‌ها در استفاده از نوآوری‌ها، دلالت بر انتشار سریع دانش جدید فراتر از مرزهای بنگاه‌های تولیدکننده آن دارد. نمودار (۱)، مسیرهای اثرگذاری فاوا بر تولید بنگاه را نشان می‌دهد.

نمودار ۱. مسیرهای اثرگذاری فاوا بر تولید بنگاه



- فرآیند تولید یک بنگاه شامل تولید با استفاده از ٤ نهاده نیروی کار، سرمایه، انرژی و کامپیوتر و ارتباطات می‌شود. این نهاده‌ها اثر مستقیم بر تولید دارند. سازماندهی و فناوری نهاده‌ها، غیرملموس (نامشهود) هستند که بر نحوه استفاده از عوامل تولید تاثیر می‌گذارند. فاوا، علاوه بر اثر مستقیم، اثر سرریز داخلی بر نهاده‌ها و سرریز خارجی بر سایر بنگاه‌ها دارد.

ماخذ: مطالعات مشیری (۱۳۹۵)

۳. پیشینه پژوهش

به تازگی تلاش‌های مهمی در زمینه معرفی اهمیت و مفاهیم اولیه بهره‌وری صورت گرفته است که هدف از این اندازه‌گیری، یافتن ابزاری برای بهبود شرایط اقتصادی و افزایش بهره‌وری صنایع است. به عنوان مثال، رحمانی و حیاتی (۱۳۸۶) به بررسی رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره وری کل عوامل تولید با استفاده از روش‌های داده‌های پانل برای ۶۹ کشور در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۳ پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش حاکی از این است که سرمایه‌گذاری داخلی در فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای بین‌المللی فناوری اطلاعات و ارتباطات هر دو اثر مثبت و معنی‌داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارند.

مشیری و جهانگرد (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان «فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی» با استفاده از داده‌های سرمایه‌گذاری ارتباطات و روش فضا- حالت به برآورد تاثیر این فناوری بر رشد اقتصادی ایران طی دوره ۱۳۸۰-۱۳۴۸ پرداختند. نتایج برآورد حاکی از تاثیر مثبت و معنی‌دار این متغیر بر رشد اقتصادی بوده است.

مشیری (۱۳۹۵) در پژوهشی به برآورد آثار مستقیم و سرریز سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید صنایع ایران پرداخته‌اند. برای این کار از یک مدل اقتصادسنجی با داده‌های پنل، شامل داده‌های صنایع کارخانه‌ای با کدهای چهاررقمی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۳ استفاده شده است. نتایج برآورد نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری فاوا اثر مثبتی بر تولید صنایع کارخانه‌ای ایران داشته و اثرآن در طول زمان افزایش یافته است.

سالم (۱۳۹۷) اثر اقتصاد دانش بنیان را بر رشد اقتصادی برای ۱۳۹ کشور جهان طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ ارزیابی کرده است. وی در تحقیق خود شاخص اقتصاد دانش بنیان را متشکل از رژیم اقتصادی و نهادی، آموزش، نوآوری و تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات می‌داند. نتایج گویای اثر مثبت و معنی‌دار شاخص اقتصاد دانش بنیان، سرمایه اجتماعی، نیروی انسانی و سرمایه فیزیکی بر رشد اقتصادی کشورهای مورد بررسی است.

مزینی و مرادحاصل[1] (۲۰۲۰) به عوامل موثر بر بهبود بهره‌وری در رشد اقتصادی ایران پرداخته‌اند. آن‌ها در تحقیق خود، فناوری اطلاعات و ارتباطات را یکی از اصلی‌ترین

1. Mozayani, A. & Moradhassel, N.

عوامل موثر بر بهره‌وری می‌نامند. ایشان با استفاده از رویکردهای پارامتریک و غیرپارامتریک برای داده‌های استانی به این نتیجه رسیدند که فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به رشد اقتصادی و کارایی نسبی اقتصادی استان‌ها در ایجاد ارزش افزوده کمک کند و با حذف فناوری اطلاعات و ارتباطات از مدل، کارایی استان‌ها به طور قابل توجهی سقوط خواهد کرد.

از مطالعات خارجی می‌توان به مطالعه کورادو و همکاران[1] (۲۰۱۴) اشاره کرد. آن‌ها در مطالعه خود تحت عنوان «سرریز دانش، فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری» به کانال‌هایی که از طریق آن‌ها دارایی‌های نامشهود بر بهره‌وری تاثیر می‌گذارد، نگاه می‌کنند. ایشان از داده‌های ۱۰ کشور عضو اتحادیه اروپا از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۷ استفاده کرده‌اند. یافته‌های ایشان عبارت است از: الف- تاثیر حاشیه‌ای سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات هنگامی که مکمل سرمایه نامشهود است، بیشتر است و ب- سرمایه نامشهودی که تحقیق و توسعه از آن خارج شده است، کشش ستانده برآورد شده بالاتر از حالت معمولی دارد. در این مقاله از رویکرد اقتصادسنجی بین کشوری و پایگاه داده جدید[2] برای مطالعه کانال‌هایی که از طریق آن‌ها سرمایه نامشهود بر رشد بهره‌وری بر ۱۰ کشور اصلی اروپا تاثیر می‌گذارد، استفاده می‌شود و این فرضیه را در نظر دارد که «اقتصاد دانش» یک کشور، نقش ویژه‌ای در تولید نتایج مطلوب بهره‌وری و رشد دارد.

کیم و همکاران[3] (۲۰۲۱) نقش بهره‌وری فناوری اطلاعات و ارتباطات در صنایع کره و ژاپن را بررسی کرده‌اند. آن‌ها از یک مدل تعادل عمومی دوجانبه برای ۳۵۰ صنعت تولیدی استفاده کرده‌اند. نتایج مطالعات ایشان نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات نه تنها باعث رشد بهره‌وری و تغییرات در جهت کاهش قیمت می‌شود، بلکه باعث ایجاد تغییراتی در ساختار اقتصادی تولید و الگوهای تجاری نیز می‌شود.

لفوفان و کالابا[4] (۲۰۲۱) به برآورد تاثیر شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار، اشتغال و بازده صنایع فرآوری کشاورزی در آفریقای جنوبی

1. Corrado, C., et al.
2. www.intaninvest.net
3. Kim, J., et al.
4. Lefophane, M. & Kalaba, M.

پرداخته‌اند. برای این منظور از شاخص شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات برای طبقه‌بندی صنایع در گروه‌های با فناوری اطلاعات و ارتباطات بالاتر و فناوری اطلاعات و ارتباطات پایین‌تر استفاده شده است. پس از آن، نرخ رشد سالانه بهره‌وری نیروی کار، اشتغال و تولید محاسبه شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات تاثیرات مثبت و معنی‌داری بالاتری در رشد صنایع با فناوری اطلاعات و ارتباطات دارد.

گوردن و سید[1] (۲۰۲۰) نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر رشد بهره‌وری برای ایالات متحده آمریکا و مجموع ۱۰ کشور اروپای غربی از ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۵ بررسی کردند. نتایج تحقیقات ایشان نشان می‌دهد که بیشترین رشد بهره‌وری ایالات متحده آمریکا توسط صنایع با درجه فناوری اطلاعات و ارتباطات بالاتر بوده که شامل خدمات بازار و سخت‌افزارهای رایانه است. در مقابل، اتحادیه اروپا (۱۰ کشور مورد مطالعه) به دلیل کمبود سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات از مزایای فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری به اندازه صنایع آمریکایی برخوردار نبودند. مطالعاتی که انجام شده است به ارزیابی فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری پرداخته‌اند. مطالعات انجام شده در داخل و خارج برای اقتصاد ایران و در حیطه کشورهای دیگر، نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان یکی از اجزای سرمایه‌گذاری نامشهود بر بهره‌وری تاثیرگذار بوده است و رابطه مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری عوامل تولید دارد.

جدول (۳) خلاصه‌ای از ادبیات موضوع است و نشان‌دهنده اهمیت سرمایه‌گذاری نامشهود و مجزا کردن آن از سرمایه‌گذاری نامشهود و بررسی میزان تاثیرگذاری آن بر بهره‌وری کل عوامل تولید است.

1. Gordon, R. & Sayed, H.

جدول ۳. خلاصه مطالعات صورت گرفته در مورد فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی

نویسندگان	هدف	نتیجه
مشیری و جهانگرد (۱۳۸۳)	به تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی ایران طی دوره ۱۳٤۸-۱۳۸۰ پرداختند.	نتایج برآورد حاکی از تاثیر مثبت و معنی‌دار این متغیر بر رشد اقتصادی بوده است.
رحمانی و حیاتی (۱۳۸٦)	به بررسی رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از روش‌های داده‌های پانل برای ٦۹ کشور در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۳ پرداخته‌اند.	نتایج این پژوهش حاکی از این است که سرمایه‌گذاری داخلی در فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای بین‌المللی فناوری اطلاعات و ارتباطات هر دو اثر مثبت و معنی‌داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارند.
مشیری (۱۳۹۵)	به برآورد آثار مستقیم و سرریز سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید صنایع ایران پرداخته‌اند.	نتایج برآورد نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری فاوا اثر مثبتی بر تولید صنایع کارخانه‌ای ایران داشته و اثرآن در طول زمان افزایش یافته است.
سالم (۱۳۹۷)	اثر اقتصاد دانش بنیان بر رشد اقتصادی را برای ۱۳۹ کشور جهان طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱٤ ارزیابی کرده است.	نتایج حاکی از اثر مثبت و معنی‌دار شاخص اقتصاد دانش بنیان، سرمایه اجتماعی، نیروی انسانی و سرمایه فیزیکی بر رشد اقتصادی کشورهای مورد بررسی دارد.
مزینی و مراد حاصل (۲۰۲۰)	به عوامل موثر بر بهبود بهره‌وری در رشد اقتصادی ایران پرداخته‌اند.	نتایج حاکی از آن است که فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به رشد اقتصادی و کارایی نسبی اقتصادی استان‌ها در ایجاد ارزش افزوده کمک کند و با حذف فناوری اطلاعات و ارتباطات از مدل، کارایی استان‌ها به طور قابل توجهی سقوط کرد.
کورادو و همکاران (۲۰۱٤)	به بررسی سرریز دانش، فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری پرداخته‌اند.	نتایج حاکی از آن است که اقتصاد دانش به ویژه فناوری اطلاعات و ارتباطات یک کشور نقش ویژه‌ای در تولید نتایج مطلوب بهره‌وری و رشد دارد.
کیم و همکاران (۲۰۲۱)	نقش بهره‌وری فناوری اطلاعات و ارتباطات در صنایع کره و ژاپن را بررسی کرده‌اند.	نتایج گویای آن است که فناوری اطلاعات و ارتباطات نه تنها باعث رشد بهره‌وری و تغییرات قیمت می‌شود، بلکه باعث ایجاد تغییراتی در ساختار اقتصادی تولید و الگوهای تجاری نیز خواهد شد.

ادامه جدول ۳.

نویسندگان	هدف	نتیجه
لفوفان و کالابا (۲۰۲۱)	به برآورد تاثیرات شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار، اشتغال و بازده صنایع فرآوری کشاورزی در آفریقای جنوبی پرداخته‌اند.	یافته‌ها حاکی از آن است که شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات تاثیرات مثبت و معنی‌داری بالاتری در رشد صنایع با فناوری اطلاعات و ارتباطات دارد.
گوردن و سید (۲۰۲۰)	نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر رشد بهره‌وری برای ایالات متحده آمریکا و مجموع ۱۰ کشور اروپای غربی از ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۵ بررسی کردند.	نتایج نشان می‌دهد برخلاف آمریکا، اتحادیه اروپا (۱۰ کشور مورد مطالعه) به دلیل کمبود سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات از مزایای فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری به اندازه صنایع آمریکایی برخوردار نیستند.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

٤. روش و تصریح مدل

٤-١. پایه‌های آماری

برای به دست آوردن داده‌ها از مرکز آمار ایران استفاده شده است. سال‌های مورد استفاده از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ است. مولفه‌های مورد برآورد، سرمایه‌گذاری نامشهود، سرمایه‌گذاری فیزیکی، نیروی کار و میزان تولیدات برای محاسبه شاخص بهره‌وری عوامل تولید است. داده‌های به دست آمده به تفکیک کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی از مرکز آمار ایران استفاده شده است. در مجموع ۱۳۵ کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی برای برآورد موجود است که با احتساب کوچک یا صفر بودن بعضی از داده‌ها در کدها، آن‌ها را با کدهای مشابه ادغام کردیم و در نتیجه تعداد کد ۱۳۲ است که تعداد کل داده‌ها برای سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ برابر ۲۱۹۰ است که حجم داده‌ها برای درستی تخمین، قابل تامل است. با مراجعه به جداول (۱) و (۲) برای اندازه‌گیری سرمایه‌گذاری نامشهود از رویکرد CHS استفاده شده است. در این رویکرد به ۹ بند برای مطالعه و اندازه‌گیری اشاره شده است که در اقتصاد ایران با توجه به بضاعت آماری می‌توان سرمایه‌گذاری نامشهود را در کارگاه‌های صنعتی به تفکیک کدهای طبقه‌بندی رتبه

فعالیت‌های اقتصادی برآورد کرد. همچنین برای به دست آوردن موجودی سرمایه از روش موجودی دائمی و برای بهره‌وری عوامل تولید از شاخص دیویژیا[1] استفاده شده است.

روش مناسب برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل در ایران، روش دیویژیا با تقریب تابع ترنکوئیست[2] است که برای داده‌های آماری گسسته مناسب است، زیرا سهم‌های عوامل تولید از فعالیتی به فعالیت دیگر متفاوت است و از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند و تغییرات کیفیت عوامل تولید را در نظر می‌گیرد.

در پژوهش حاضر، برای محاسبه TFP از تابع تولیدی استفاده شده است که در آن تولید Y تابعی از سه نهاده نیروی کار L، انباشت سرمایه فیزیکی K و انباشت سرمایه نامشهود I است. فرمول محاسباتی بهره‌وری کل عوامل به صورت رابطه (۱) است.

$$TFP = \frac{Y_t}{K_t^{\alpha} L_t^{\beta} I_t^{1-\alpha-\beta}} \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، Y ارزش ستانده، K ارزش خدمات سرمایه، L تعداد شاغلان و I ارزش سرمایه نامشهود است که β نسبت جبران خدمات کارکنان به کل تولید به ازای کدهای مختلف است. کشش تولیدی سرمایه‌گذاری نامشهود ($1-\alpha-\beta$) از تقسیم میزان پرداختی سرمایه‌گذاری نامشهود به تولید کل به دست می‌آید. α نیز از تفریق دو کشش بالا به دست می‌آید. برای محاسبه موجودی سرمایه، دو متغیر موجودی سرمایه فیزیکی و موجودی سرمایه نامشهود به عنوان متغیرهای مستقل بهره‌وری کل عوامل تولید وجود دارد که نحوه محاسبه موجودی آن از طریق رابطه (۲) است. داده‌های انباشت سرمایه فیزیکی و نامشهود با استفاده از رابطه (۲) حاصل می‌شود.

$$K_{it} = (1 - \delta_i).K_{i,t-1} + \frac{intangible_{i,t}}{P_t} \qquad (۲)$$

در رابطه (۲)، K_{it} انباشت سرمایه‌گذاری نامشهود برای کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهاررقمی i در زمان t است. متغیر $intangible_{i,t}$ متغیر جریان سرمایه‌گذاری

1. Divisia Index
2. Tornqvist Function Approximation

نامشهود برای کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی i در زمان t است. مطالعات زیادی در مورد نحوه محاسبه نرخ استهلاک صورت گرفته است. در این پژوهش از مطالعه امینی (۱۳۹۱) کمک گرفته شده است که δ_i برای هر کد متفاوت است. میانگین نرخ‌های استهلاک تقریبا ۱۰ درصد است. P_t شاخص ضمنی قیمت است که برای هر کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی دو رقمی مجزا محاسبه شده است و برای زیرمجموعه‌های چهار رقمی آن تعمیم داده شده است. با فرض اینکه اقتصاد در حالت پایا[1] است برای انباشت اولیه سرمایه‌گذاری در سال ۱۳۷۵ از رابطه (۳) استفاده می‌شود.

$$K_{i,1375} = \frac{\frac{intangible_{i,1375}}{P_{i,1375}}}{(\delta_i + \bar{g})} \qquad (۳)$$

در رابطه (۳)، $\bar{g}$متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری نا مشهود برای هر کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ است. توجه داشته باشید که انباشت سرمایه فیزیکی هم به شکل انباشت سرمایه‌گذاری نامشهود برآورد شده است.

٤-۲. تصریح مدل

سولو توابعی به شکل کاب – داگلاس را برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید توصیه می‌کند. نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در حقیقت چیزی جز تفاضل میانگین موزون رشد عوامل از رشد تولید نیست. به بیان دیگر، آن بخش از رشد تولید که توسط رشد کمی نیروی کار و سرمایه قابل توضیح دادن نیست به رشد بهره‌وری کل عوامل منتسب می‌شود. اگر از تابع تولید کاب- داگلاس برای برآورد کشش‌های تولیدی نیروی کار و سرمایه استفاده شود، محدودیت این تابع در نظر گرفتن یک مقدار ثابت و معین برای کشش‌های تولیدی نیروی کار و سرمایه است. برای رفع محدودیت ذکر شده دو راه وجود دارد: ۱- استفاده از تابع تولید انعطاف‌پذیر مثل ترانسلوگ[2] که در آن کشش‌های تولیدی عوامل طی

1. Steady State
2. Translog Production Function

زمان متغیر هستند. ۲- استفاده از متغیر بودن پارامترها طی زمان در برآورد تابع تولید کاب- داگلاس.

ابتدا مدلی ارائه می‌شود که رابطه سرمایه‌گذاری نامشهود با بهره‌وری عوامل را نشان می‌دهد. فرض کنید که می‌توان ارزش افزوده صنعت بر حسب کد آیسیک چهار رقمی و ۱۰ نفر کارکن و بالاتر را در صنعت i و زمان t، $Q_{i,t}$ به صورت رابطه (۴) نوشت.

$$Q_{i,t} = A_{i,t}F_{i,t}(L_{i,t}, K_{i,t}, R_{i,t}) \qquad (۴)$$

در سمت راست رابطه (۴)، L و K نیروی کار و سرمایه مشهود هستند. R جریان خدمات سرمایه نامشهود و A یک اصطلاح تغییر است که امکان تغییر در بهره‌وری را فراهم می‌کند تا L، K و R به بازده تبدیل شوند. در صورتی که از رابطه (۴) دیفرانسیل گرفته شود، رابطه (۵) را خواهیم داشت.

$$\Delta lnQ_{i,t} = \in_{i,t}^{L} \Delta lnL_{i,t} + \in_{i,t}^{K} \Delta lnK_{i,t} + \in_{i,t}^{R} \Delta lnR_{i,t} + \Delta lnA_{i,t} \qquad (۵)$$

در رابطه (۵)، $\in^{X}$بیانگر کشش تولیدی عامل X است که در اصل با توجه به نهاده، صنعت و زمان متفاوت است.

برای بررسی تجربی نقش نامشهودها به عنوان محرک رشد از ادبیات موجود استفاده می‌شود و در دو مرحله انجام می‌شود. ابتدا شرایط ∈ را در نظر بگیرید. برای یک شرکت با کمترین هزینه رابطه (۶) را داریم.

$$\in_{i,t}^{X} = S_{i,t}^{X}, X = L, K, R \qquad (۶)$$

در رابطه (۶)، S سهم پرداخت‌های این فاکتور نسبت به ارزش افزوده است. بنابراین به سادگی شرط مرتبه اول یک بنگاه را از نظر کشش‌های تولید بیان می‌کند. اگر رابطه (۴) کاپ- داگلاس[1] باشد، ∈ در طول زمان ثابت بوده و رابطه (۵) ممکن است به یک مدل رگرسیون با ضرایب ثابت تبدیل شود. اگر در رابطه (۴) مثلا کشش جانشینی، ثابت[2]

1. Cobb-Douglas
2. CES

باشد، ∈ با گذشت زمان در تمام سطوح متفاوت خواهد بود؛ بنابراین، رابطه (۵) ممکن است به عنوان مدل رگرسیون با تعامل بین همه نهاده‌ها نوشته شود. حال فرض کنید که یک شرکت می‌تواند از متغیرهای K، L یا R در سایر شرکت‌ها، صنایع یا کشورها بهره‌مند شود. گریلیچز[1] (۱۹۹۲) کشش صنعت ΔLNR در ΔLNQ را ترکیبی از کشش نهاده و ستانده می‌دانست که در رابطه (۷) به آن اشاره شده است.

$$\in_{i,t}^{X} = S_{i,t}^{X} + d_{i,t}^{X}, X = L, K, R \qquad (۷)$$

رابطه (۷) نشان می‌دهد کشش‌های تولیدی عوامل با وزن عوامل برابر هستند. علاوه بر این، در اینجا انعطاف‌پذیری انحراف از وزن عوامل به دلیل سرریز وجود دارد. با جایگذاری رابطه (۷) در رابطه (۵) رابطه (۸) حاصل می‌شود.

$$\Delta lnQ_{i,t} = \left(s_{i,t}^{L} + d_{i,t}^{L}\right)\Delta lnL_{i,t} + \left(s_{i,t}^{K} + d_{i,t}^{K}\right)\Delta lnK_{i,t} + \left(s_{i,t}^{R} + d_{i,t}^{R}\right)\Delta lnR_{i,t} + \Delta lnA_{i,t} \qquad (۸)$$

دوم؛ $\Delta LQ_{i,t}$ در نظر بگیرید. گریلیچز و شانکرمن خاطر نشان کردند که اگر نهاده‌های R& D را در L و K متعارف بگنجانیم و یک مدل رگرسیون برای تعیین کشش تولیدیR& D استفاده شود، نتایج دارای انحراف خواهد بود. نکته اصلی این استدلال آن است که نامشهودها (مانند تحقیق و توسعه) دارایی‌های طولانی‌مدت هستند، نه نهاده‌های واسطه‌ای و باید به عنوان سرمایه‌گذاری در ارزش افزوده گنجانده شوند (Griliches, 1980).

اگر ارزش افزوده تولید که در آن سرمایه‌گذاری نامشهود به عنوان کالای واسطه‌ای تلقی می‌شود، V باشد، می‌توانیم رابطه (۸) را به صورت رابطه (۹) بنویسیم.

$$\Delta lnQ_{i,t} = \left(1 - s_{i,t}^{R}\right)\Delta lnV_{i,t} + s_{i,t}^{R}\Delta lnN_{i,t} \qquad (۹)$$

1. Griliches, Z.

در رابطه (۹)، N یک سرمایه‌گذاری نامشهود واقعی است و ما سهم هزینه‌های سرمایه‌گذاری نامشهود را در Q اسمی را به عنوان S^R تقریب داده‌ایم. با جایگذاری رابطه (۸) در رابطه (۹) به رابطه (۱۰) خواهیم رسید.

$$\begin{aligned}\Delta lnQ_{i,t} &= \left(1 - s_{i,t}^R\right)\Delta lnV_{i,t} + s_{i,t}^R \Delta lnN_{i,t} \\ &= \left(s_{i,t}^L + d_{i,t}^L\right)\Delta lnL_{i,t} + \left(s_{i,t}^K + d_{i,t}^K\right)\Delta lnK_{i,t} \\ &+ \left(s_{i,t}^R + d_{i,t}^R\right)\Delta lnR_{i,t} + \Delta lnA_{i,t}\end{aligned} \qquad (۱۰)$$

اگر رابطه (۱۰) را برحسب $\Delta LnV_{i,t}$ بنویسیم، رابطه (۱۱) را خواهیم داشت.

$$\begin{aligned}\Delta lnV_{i,t} &= \left(\left(s_{i,t}^L + d_{i,t}^L\right) \Big/ \left(1 - s_{i,t}^R\right)\right)\Delta lnL_{i,t} \\ &+ \left(\left(s_{i,t}^K + d_{i,t}^K\right) \Big/ \left(1 - s_{i,t}^R\right)\right)\Delta lnK_{i,t} \\ &+ \left(d_{i,t}^R / (1 - s_{i,t}^R)\right)\Delta lnR_{i,t} + \Delta lnA_{i,t}\end{aligned} \qquad (۱۱)$$

در رابطه (۱۲) برای سادگی فرض کرده‌ایم که $\Delta LnR = \Delta LnN$ (مانند حالت «مصرف حداکثر» حالت پایدار). برای مدل‌سازی بهره‌وری عوامل از مطالعات کیوز و همکاران[1] (۱۹۸۲) کمک گرفته شده است و شاخص $\Delta LnTFP$ با تابع تولید ترانسلوگ به صورت رابطه (۱۲) ساخته می‌شود.

$$\Delta lnTFP_{i,t} = d_{i,t}^L \Delta lnL_{i,t} + d_{i,t}^K \Delta lnK_{i,t} + d_{i,t}^R \Delta lnR_{i,t} + \Delta lnA_{i,t} \qquad (۱۲)$$

$\Delta LnTFP_{i,t} = \Delta LnTFPQ_{i,t}$ و $\Delta LnTFPQ_{i,t}$ به صورت رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود.

$$\Delta lnTFP_{i,t}^Q = \Delta lnQ_{i,t} - s_{i,t}^L \Delta lnL_{i,t} - s_{i,t}^K \Delta lnK_{i,t} - s_{i,t}^R \Delta lnR_{i,t} \qquad (۱۳)$$

1. Caves, D., et al.

رابطه (۱۳) عوامل موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید را نشان می‌دهد[۱].

برای بررسی تجربی اینکه تا چه میزان تاثیر رشد سرمایه نامشهود وابسته به شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات یک صنعت است، ابتدا یک ویژگی صنعتی تعریف می‌شود که در رتبه‌بندی صنایع تا چه میزان به استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات متکی است و این رتبه به عنوان نسبت خدمات سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات به خدمات کارگری محاسبه می‌شود. شاخص شدت به دست آمده با رشد سرمایه نامشهود در تعامل است و مدت تعامل در یک تابع تولید کاب داگلاس نامحسوس برآورد می‌شود (Chen, 2017). با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، آزمایش می‌شود که آیا افزایش یک درصدی در عمیق‌تر شدن سرمایه نامشهود باعث افزایش تولید نسبت به هر کارگر در صنایعی که فناوری اطلاعات و ارتباطات بیشتری دارند، می‌شود یا خیر؟

الگوی اصلی بهره‌وری بر اساس عملکرد تولیدی به صورت رابطه (۱۴) ایجاد می‌شود.

$$V_{i,t} = A_{i,t}.F(L_{i,t}, K_{i,t}) \qquad (۱۴)$$

در رابطه (۱۴)، V بیانگر ارزش افزوده تعدیل شده برای سرمایه‌های نامشهود است. A پارامتر فناوری خنثی هیکس[۲] است که امکان تغییر در بهره‌وری زمانی که نیروی کار (L) و سرمایه (K) به بازده تبدیل می‌شوند را فراهم می‌کند. i و t نشان‌دهنده صنعت و سال است.

فرض کنید کل ورودی سرمایه K از سه نوع تشکیل شده است: غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات (NICT)، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و سرمایه نامشهود (INT) و یک فرم تابع کاب- داگلاس برای عملکرد تولید انتخاب شده است. معادله (۱۴) را می‌توان به صورت رابطه (۱۵) نوشت.

$$V_{i,t} = A_{i,t}.L_{i,t}^{\alpha}\left(K_{i,t}^{NICT}\right)^{\beta_1}(K_{i,t}^{ICT})^{\beta_2}(K_{i,t}^{INT})^{\beta_3} \qquad (۱۵)$$

---

۱. تصریح این مدل و نتایج آن که اثر سرمایه‌گذاری نامشهود بر بهره‌وری کل عوامل تولید را نشان می‌دهد در مقاله اسمعیلی و همکاران (۱۴۰۰) به طور کامل آورده شده است.

2. Hicks

در رابطه (۱۵)، L بیانگر نیروی کار است که توسط خدمات کار اندازه‌گیری می‌شود و تفاوت در کیفیت کار (یعنی سرمایه انسانی) را نشان می‌دهد. K خدمات سرمایه‌ای است که توسط فناوری اطلاعات و ارتباطات و N فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه نامشهود است. کشش‌های ستانده توسط β_1, β_2، β و α نشان داده می‌شوند. پس از دیفرانسیل گرفتن و تخمین تفاضل مرتبه اول[1] و فرض بازده ثابت در مقیاس، رابطه (۱۵) می‌تواند به صورت (۱۶) بازنویسی شود.

$$\Delta(v-l) = \beta_1\Delta(K^{NICT}-l) + \beta_2\Delta(K^{ICT}-l) + \beta_3\Delta(K^{INT}-l) + \mu \quad (۱۶)$$

برای بررسی اینکه آیا کشش ستانده سرمایه نامشهود در صنایع با درجات مختلف شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات متفاوت است یا خیر، سرمایه نامشهود را با یک شاخص شدت فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ یعنی D و فناوری اطلاعات و ارتباطات با i که به عنوان نسبت خدمات سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات به نیروی کار است، سنجیده می‌شود.

$$\Delta(v-l) = \beta_1\Delta(K^{NICT}-l) + \beta_2\Delta(K^{ICT}-l) + \beta_3\Delta(K^{INT}-l) + \gamma\Delta(K^{INT}-l).D_i^{ICT} + w_i^{ICT} + \tau_{t+} \in_{i,t} \quad (۱۷)$$

در رابطه (۱۷)، $W_{c,i}$، یک مجموعه کامل از متغیرهای دامی τ_t و مولفه $\in_{i,t}$ است.

اگر فرضیه مکمل صحت داشته باشد، انتظار می‌رود γ مثبت و از نظر آماری معنی‌دار باشد. با توجه به اینکه سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات با سرمایه‌گذاری نامشهود بسیار ارتباط دارد، ممکن است استدلال شود که شاید سرمایه نامشهود نباشد و دارای خاصیت انعطاف‌پذیری بالاتری در صنایع دارای فناوری اطلاعات و ارتباطات باشد؛ با این حال ناشی از خود سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات یا حتی دارایی‌های

1. First-Difference (FD)

غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات است. از این رو، برای پاسخ به این استدلال، مدل کامل به صورت صورت (۱۸) مدنظر است.

$$\Delta(v-l) = \gamma_1 \Delta(K^{NICT} - l).D_i^{ICT} + \gamma_2 \Delta(K^{ICT} - l).D_i^{ICT} + \gamma_3 \Delta(K^{INT} - l).D_i^{ICT} + \beta X' + w_i + \tau_t + \epsilon_{i,t} \quad (۱۸)$$

در رابطه (۱۷)، $\boldsymbol{X'}$ بردار متغیرهای اصلی از جمله رشد ورودی سرمایه را نشان می‌دهد. انتظار نمی‌رود که $\boldsymbol{\gamma_1}$ و $\boldsymbol{\gamma_2}$ با صفر متفاوت باشد، زیرا هیچ‌گونه مبنای نظری برای دارایی‌ها غیر از نامحسوس برای تکمیل سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود ندارد. برای اطمینان از تفسیر معنادار از ضرایب متغیرهای مورد نظر، تحقیقات بالی و سورنسن[1] (۲۰۱۳) دنبال می‌شود.

توجه به این نکته ضروری است که مشخصات اقتصادسنجی ارائه شده در بالا محدودیت‌های مختلفی دارد؛ اول، فرض یک تابع تولید کاب- داگلاس معادل فرض کشش خروجی ثابت است. این متفاوت از چهارچوب معمولی حسابداری رشد است که در آن قابلیت ارتجاعی خروجی، توسط سهم هزینه، می‌تواند با گذشت زمان تغییر کند. با این وجود، امکان تغییر در کشش‌های ستانده، تابع تولید ترانسلوگ مورد استفاده است.

با مشخص کردن چهار عامل تولید مختلف (یعنی سه ورودی سرمایه به اضافه ورودی نیروی کار)، میزان پارامترهایی که باید ارزیابی شود، افزایش می‌یابد و احتمال وقوع همبستگی مضر بین متغیرهای توضیحی با افزایش تعداد عوامل تولید در نظر گرفته به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. با توجه به این محدودیت عملی، برآورد یک تابع تولید کاب- داگلاس با وجود فرض وجود کشش خروجی ثابت، ارجح است.

مسئله دیگر در تخمین رابطه (۱۸) ارتباط بالقوه بین شوک‌های بهره‌وری غیرقابل کنترل و سطح داده است[2]. این مشکل معمولا به عنوان انحراف همزمان بودن در برآورد عملکرد تولید نامیده می‌شود و از این واقعیت ناشی می‌شود که شوک‌های غیرقابل مشاهده

1. Ball, H. & Sorensen, B.

۲. از سوی گریلیچز و مایرس در سال ۱۹۹۸ (Griliches and Mairesse, 1998) مورد بحث قرار گرفته است.

بهره‌وری برای بنگاه‌ها شناخته شده است، اما وقتی شرکت‌ها سطح نهاده‌های خود را انتخاب می‌کنند برای اقتصاددان قابل مشاهده نیست.

٤-۳. برآورد مدل

هدف، تخمین رابطه (۱۸) است. برای برآورد آن از داده‌های پانلی برای ۱۳۲ کد طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ استفاده شده است. مدل‌های پیشنهادی برای آن‌ها مدل اثرات ثابت[1] و مدل اثرات تصادفی[2] است، اما به دلیل اینکه متغیر وابسته بهره‌وری کل عوامل با وقفه در قسمت راست ظاهر می‌شود، مناسب‌ترین مدل پیشنهادی، الگوی پویا در داده‌های تابلویی است. از آنجا که در مدل تحقیق، متغیر وابسته به صورت با وقفه در سمت راست معادله ظاهر شده است با یک الگوی داده‌های تابلویی پویا مواجه هستیم. فرم کلی یک الگوی پویا در داده‌های تابلویی (پانل) به صورت رابطه (۱۹) است.

$$Y_{i,t=}\,\alpha Y_{i,t-1} + \beta X_{i,t} + \mu_i + \epsilon_{i,t} \qquad (۱۹)$$

در رابطه (۱۹)، $Y_{I,t}$ متغیر وابسته، X_{it} بردار متغیرهای مستقل که تحت عنوان متغیرهای ابزاری نیز به کار می‌روند، μ_i عامل خطای مربوط به مقاطع و $\epsilon_{i,t}$ عامل خطای مقطع iام در زمان t است. هنگامی که در مدل داده‌های پانل، متغیر وابسته به صورت وقفه در طرف راست ظاهر می‌شود دیگر برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی[3] سازگار نیست (Arellano and Bond، 1991) و باید به روش‌های حداقل مربعات دو مرحله‌ای[4] اندرسون و هسیائو[5] (۱۹۸۱) یا گشتاورهای تعمیم یافته آرالنو و باند[6] (۱۹۹۱) متوسل شد. به گفته ماتیاس و سوستر[7] (۲۰۰۸)، برآورد 2sls ممکن است به دلیل مشکل در انتخاب ابزارها، واریانس‌های بزرگ برای ضرایب به دست دهد و برآوردها از لحاظ آماری

1. Fixed Effect Model
2. Random Effect Model
3. Ordinary least Squares (OLS)
4. Two Stage Least Squares (2SLS) Estimation
5. Anderson, T. W. & Hsiao, C.
6. Arellano, M. & Bond, S.
7. Matyas, L. & Sevestre, P.

معنی‌دار نباشند (طیبی و همکاران، ۱۳۹۰). از این رو، روش الگوی گشتاورهای تعمیم یافته دومرحله‌ای توسط آرالنو و باند برای حل این مشکل پیشنهاد شده است. آرالنو و باند رابطه تفاضلی (۲۰) را پیشنهاد کرده‌اند؛ یعنی، ابتدا اقدام به تفاضل‌گیری می‌شود تا به این ترتیب بتوان اثرات مقاطع یا μ_i را به ترتیبی از الگو حذف کرد و در مرحله دوم از پسماندهای باقیمانده در مرحله اول برای متوازن کردن ماتریس واریانس- کواریانس استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، در این روش، متغیرهایی تحت عنوان متغیر ابزاری ایجاد می‌شود تا برآوردهای سازگار و بدون تورش داشته باشیم (Baltagi, 2005).

$$Y_{i,t} - Y_{i,t-1} = \propto \left(Y_{i,t-1} - Y_{i,t-2}\right) + \beta\left(X_{i,t} - X_{i,t-1}\right) + (\epsilon_{i,t} - \epsilon_{i,t-1}) \qquad (۲۰)$$

سازگاری تخمین زننده الگوی گشتاورهای تعمیم یافته به معتبر بودن فرض عدم همبستگی سریالی جملات خطا و ابزارها بستگی دارد که می‌تواند به وسیله دو آزمون تصریح شده توسط آرالنو و باند (۱۹۹۱)، آرالنو و بوور[1] (۱۹۹۵) و بلوندل و باند[2] (۱۹۹۸) آزمون شود. اولی آزمون سارگان[3] از محدودیت‌های از پیش تعیین شده است که معتبر بودن ابزارها را آزمون می‌کند. آماره آزمون سارگان[4] دارای توزیع χ^2 با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های بیش از حد است. دومی آزمون همبستگی سریالی[5] است که به وسیله آماره M_2 وجود همبستگی سریالی مرتبه دوم در جمالت خطای تفاضلی مرتبه اول را آزمون می‌کند. در این آزمون، تخمین‌زن الگوی گشتاورهای تعمیم یافته زمانی دارای سازگاری است که همبستگی سریالی مرتبه دوم در جملات خطا از معادله تفاضلی مرتبه اول وجود نداشته باشد. عدم رد فرضیه صفر هر دو آزمون شواهدی را دال بر فرض عدم همبستگی سریالی و معتبر بودن ابزارها فراهم می‌کند. در این مطالعه به منظور بررسی سازگاری تخمین زننده الگوی گشتاورهای تعمیم یافته از آزمون سارگان استفاده شده

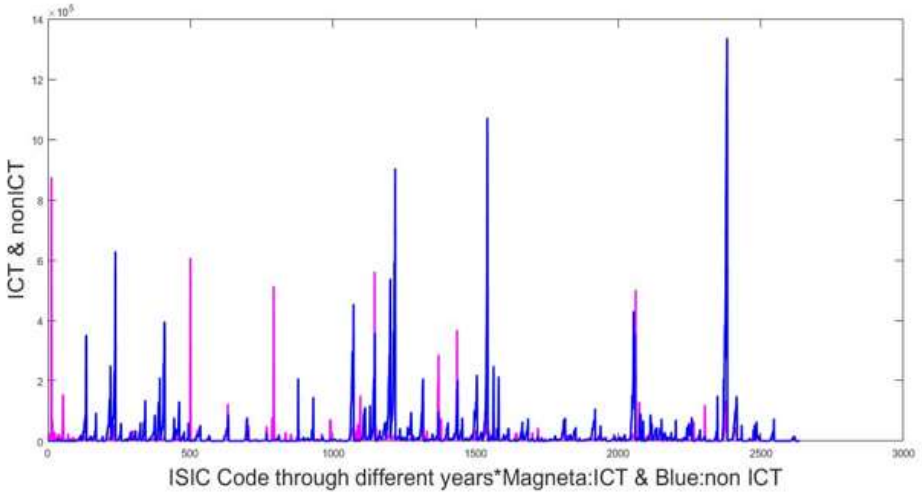
1. Arellano, M. & Bover, O.
2. Blundell, R.& Bond, S.
3. Sargan Test
4. J-Statistic
5. Serial Correlation Test

است. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری و اقتصادسنجی نیز از نرم‌افزار Eviews9 استفاده شده است.

۵. یافته‌ها و تحلیل نتایج

نمودار (۲) میزان سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات را از کل سرمایه‌گذاری نامشهود به تفکیک کدهای طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی نمایش می‌دهد و نشان‌دهنده اهمیت موضوع است.

نمودار ۲. میزان سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از کل سرمایه‌گذاری نامشهود



- نمودار آبی، سهم مولفه‌های سرمایه‌گذاری نامشهود بجز ICT (Non ICT) از کل سرمایه‌گذاری نامشهود و نمودار بنفش، سهم ICT از کل سرمایه‌گذاری نامشهود برای ۱۳۲ کد آیسیک چهار رقمی صنایع تولیدی ایران طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ را نشان می‌دهد.
ماخذ: یافته‌های پژوهش

از بین کدهای طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی، تولید وسایل نقلیه موتوری، تولید قطعات و لوازم الحاقی وسایل نقلیه موتوری، تولید موتور برقی، دینام و ترانسفورماتور و دستگاه‌های توزیع و کنترل برق، ساخت تجهیزات اندازه‌گیری، آزمون، راهبری و کنترل، تولید آهن و فولاد پایه، تولید فرآورده‌های پالایش شده نفت و «غیره»،

میزان سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات آن از غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات بیشتر است و تولید ماشین‌آلات اداری، حسابگر و محاسباتی، تولید موتورهای برق و ژنراتور و ترانسفورماتور، تولید فرستنده‌های تلویزیونی و رادیویی و دستگاه‌های مخصوص سیستم‌های ارتباط تلفنی و تلگرافی، تولید وسایل نقیله هوایی و فضایی، تولید و تعمیر انواع کشتی و «غیره» میزان سهم مولفه‌های سرمایه‌گذاری نامشهود بجز فناوری اطلاعات و ارتباطات از فناوری اطلاعات و ارتباطات بیشتر است.

در مباحث قبلی عنوان شد که برای اندازه‌گیری سرمایه‌گیری نامشهود از رویکرد CHS استفاده شده است که خود دارای ۹ بند است. این ۹ بند برای داده‌های صنایع ایران پایه‌ریزی شده است و یکی از آن‌ها «خدمات آموزشی» است که بررسی خواهد شد، اما قبل از ورود به بررسی این مدل، تاثیر نیروی کار ماهر و غیرماهر بر بهره‌وری به طور جداگانه با احتساب سرمایه‌گذاری نامشهود با اتکا به مطالعات صورت گرفته پرداخته شده است تا تاثیر نیروی انسانی ماهر در بهره‌وری هم بررسی شود. حاصل این بررسی در جدول (۳) ارائه شده است (اسمعیلی و همکاران، ۱۴۰۰).

نتایج جدول (۳) بیان می‌کند که میزان اثرگذاری نیروی کار ماهر بر TFP تقریبا شش برابر نیروی کار غیرماهر است. مبانی نظری، رویکرد CHS خدمات آموزشی را «میزان هزینه‌ای که صرف نیروی کار می‌شود تا متخصص و ماهر شود» تعریف می‌کند. در نتیجه، علاوه بر هزینه‌هایی که صرف خدمات آموزشی می‌شود، نیروی کار ماهر هم جزء مولفه‌های سرمایه‌گذاری نامشهود در نظر گرفته شده است؛ یعنی اثر نیروی کار ماهر هم دیده می‌شود.

با توجه به اینکه هدف این تحقیق پاسخ به این سوال است که از میان مولفه‌های اثرگذار بر سرمایه‌گذاری نامشهود، کدام اثربخشی بیشتری بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد؟ از این رو، در این قسمت پس از بررسی ایستایی متغیرهای مورد مطالعه از رابطه‌های (۱۱) و (۱۲) استفاده شده و به برآورد مدل بهره‌وری عوامل کل تولید برای پاسخ به این سوال پرداخته شده است. جدول (۴) این روند را نمایش می‌دهد.

جدول ۳. نتایج مدل بهره‌وری عوامل تولید مجزا شدن نیروی کار ماهر و غیرماهر با داده‌های صنایع کارخانه‌ای در سطح کدهای ٤ رقمی ۱۳۹٦-۱۳۷۵

متغیر (Variable)	ضریب برآورد شده (Coefficient)	انحراف معیار Std.) (Error	آماره t (t-Statistic)	احتمال (Prob.)
LTFP(-1)	۰/۳۹۱	۰	٤۱۳/۷۱	۰
سرمایه‌گذاری نامشهود (ΔLINT)	۰/۳۹۸	۰/۰۰۱	۲۳٦/۵۵	۰
سرمایه‌گذاری فیزیکی (ΔLK)	۰/۲۸۱	۰	٤۷۵/۷۹	۰
نیروی کار ماهر (ΔLPROF)	۰/٦٤	۰/۰۰۲	۲۵/۹۱	۰
نیروی کار غیرماهر (ΔLNONPROF)	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۲۱/٤۳	۰
Sargan, J-statistic	۱۲٦/۹۵ (۰/۵۰۹٤)		تعداد مشاهدات (N)	۱۹٤٤
S. E. of regression	۰/٤۷۷۲		Instrument rank	۱۳۳
Arellano-Bond Serial Correlation Test :				
AR(1)	-٤/۰۰۳ (۰/۰۰۰۱)		AR(2)	۰/۸۱۹ (۰/٤۱۲۲)

ماخذ: اسمعیلی و همکاران (۱٤۰۰)

همانطور که مشاهده می‌شود، میزان اثرگذاری موجودی سرمایه فاوا بر بهره‌وری عوامل تولید، به ازای ۱۰ درصد افزایش به طور متوسط ۵ درصد بوده که در همان جهت است که رقم قابل ملاحظه‌ای است و اهمیت فناوری اطلاعات و ارتباطات را نشان می‌دهد. به طور کلی، متغیر مورد نظر به صورت مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری عوامل تولید اثر می‌گذارد. ضریب موجودی سرمایه نامشهود بجز ICT (NICT) تقریبا ۰/۰۳ است که در مقایسه با ضریب ICT، وزن بالایی ندارد. در مدل، TFP با وقفه نشان‌دهنده تاثیرگذاری بهره‌وری کل عوامل تولید با دوره قبل از خودش است که ادبیات نظری و مطالعات تایید کننده همین موضوع هستند (کورادو و همکاران، ۲۰۰۵، ۲۰۰۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۴؛ لیانگ[1]، ۲۰۲۱؛ باتاچاریا

1. Liang, Y.

و رث[1]، ۲۰۲۰؛ ریکو و سربر- بوریس[2]، ۲۰۲۰ و هینتزمن و همکاران[3]، ۲۰۲۱). ضریب بالای این متغیر نشان می‌دهد که TFP علاوه بر موجودی سرمایه نامشهود، موجودی سرمایه فیزیکی و نیروی کار به بهره‌وری دوره قبل خود نیز وابسته است. تعداد مشاهدات تقریبا ۲۰۰۸ نمونه است که تعداد بالای مشاهدات به تخمین دقیق‌تر مدل کمک کرده است.

جدول ٤. نتایج مدل بهره‌وری عوامل تولید مجزا شدن فاوا و غیرفاوا با داده‌های صنایع کارخانه‌ای در سطح کدهای ٤ رقمی ۱۳۹٦-۱۳۷۵

متغیر (Variable)	ضریب برآورد شده (Coefficient)	انحراف استاندارد (Std. Error)	آماره t (t-Statistic)	احتمال (Prob.)
LTFP(-1)	۰/۳۷۰	۰/۰۱	۷۸/۲۵۵	۰
سرمایه نامشهود بجز فاوا (فناوری اطلاعات و ارتباطات) (ΔLNICT)	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۱٦/٦۲	۰
سرمایه فاوا (فناوری اطلاعات و ارتباطات) (Δ LICT)	۰/۵۰۹	۰/۰۰۱	٤۱۰/۳۷۳	۰
سرمایه فیزیکی (ΔLK)	۰/۲٦۹	۰/۰۰	۲۹۱/۰۳	۰
نیروی کار (ΔLL)	۰/۰۳۲	۰/۰۰۲	۱۲/۰۵	۰
Sargan, J-statistic	۱۳۰/۹۱ (۰/۳۸٦۵)		تعداد مشاهدات (N)	۲۰۰۸
S. E. of regression	۰/۵۹٤		Instrument Rank	۱۳۲
Arellano-Bond Serial Correlation Test :				
AR(1)	-٤/۵۵۹ (۰/۰۰۰)		AR(2)	۱/۳٦۱ (۰/۱۷۳۵)

– مدل برآورد شده با تخمین الگوی گشتاورهای تعمیم یافته زده شده است. متغیر وابسته بهره‌وری کل عوامل است. دلیل اینکه تعداد مشاهدات نسبت به مدل کل کمتر شده، این است که در بعضی از کدها تعداد نمونه‌های فاوا و غیر فاوا اندک بوده و با کدهای نزدیک به آن ادغام شده است.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

1. Bhattacharya, P. & Rath, M.
2. Rico, P. & Cebrer-Borres, B.
3. Hintzmann, C., et al.

٦. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

سرمایه‌گذاری نامشهود به عنوان یک مولفه مهم و رو به رشد سرمایه‌گذاری کل به طور فزاینده‌ای برای تجزیه و تحلیل روندهای اقتصادی فعلی و پیش‌بینی رشد آینده اهمیت دارد. اهمیت سرمایه‌گذاری نامشهود نسبت به سطح سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مشهود که قصد داریم با آن‌ها سرمایه‌گذاری کنیم از جمله زیرساخت‌های حمل و نقل، ماشین‌آلات، نیروگاه‌ها و. . . در حال رشد است. از این رو، نقش سرمایه‌گذاری نامشهود برای درک و پیش‌بینی روند بهره‌وری، رشد اقتصادی و نوآوری اهمیت فزاینده‌ای پیدا می‌کند.

در این پژوهش به این سوال پاسخ داده شد که با تعمیق سرمایه‌گذاری نامشهود در فعالیت‌های صنعتی، افزایش بهره‌وری عوامل تولید در صنایعی که فناوری اطلاعات و ارتباطات بیشتری دارند، اتفاق می‌افتد؟ نتایج برای کدهای طبقه‌بندی رتبه فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی در صنایع ایران طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۶ نشان می‌دهد که از میان مولفه‌های اثرگذار بر سرمایه‌گذاری نامشهود که شامل فناوری اطلاعات و ارتباطات، تحقیق و توسعه، برندهای تبلیغاتی، خدمات آموزشی، تحقیقات وآزمایشگاه، نیروی کار ماهر و متخصص است، فناوری اطلاعات و ارتباطات وزن بالاتری دارد.

برآورد معادلات نشان می‌دهد که صنایع مختلف ایران برای رسیدن به بهره‌وری بهینه خود، نیاز است توجه ویژه‌ای بر سرمایه‌گذاری نامشهود به خصوص فناوری اطلاعات و ارتباطات داشته باشند. با تقسیم‌بندی صنایع تولیدی به سطوح مختلف تکنولوژی (بالا، متوسط و پایین) می‌توان میزان اثرگذاری مولفه‌های سرمایه‌گذاری نامشهود بر صنایع تولیدی را برای هر بخش از سطوح تکنولوژی بررسی کرد و به این سوال به عنوان تحقیقات آتی پاسخ داده شود که آیا فناوری اطلاعات و ارتباطات روی بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع با تکنولوژی‌های مختلف، اثر یکسانی دارد؟ همچنین می‌توان اثر نیروی انسانی ماهر و فناوری اطلاعات و ارتباطات را با هم بر بهره‌وری کل عوامل تولید بررسی کرد. بدین شکل، اثر نیروی کار ماهری که همراه با فاوا رشد داشته است بر بهره وری کل عوامل تولید لحاظ می‌شود که خود زمینه اعمال سیاست‌گذاری‌های جدید را در خصوص استخدام نوع نیروی کار به همراه دارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Esfandiar Jahangard	https://orcid. org/0000-0002-8370-7081
Teymour Mohammadi	https://orcid. org/0000-0001-9665-4778
Ali Asghar Salem	https://orcid. org/0000-0003-1360-923X
Forough EsmaeilySadrabadi	https://orcid. org/0000-0002-3508-7148

منابع

اسمعیلی صدرآبادی، فروغ، جهانگرد، اسفندیار، محمدی، تیمور و سالم، علی اصغر. (۱۴۰۰). تاثیر سرمایه‌گذاری نامشهود بر بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران. *فصلنامه اقتصاد مقداری*. آماده انتشار، پذیرش شده در تاریخ ۳ مرداد ۱۴۰۰. DOI: 10. 22055/JQE. 2021. 37224. 2363

امینی، علیرضاو انصاری، زهرا. (۱۳۹۱). تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش‌های خدماتی منتخب. *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۶ (۲۱)، ۵۹-۸۲.

سالم، علی اصغر. (۱۳۹۷). ارزیابی تاثیرگذاری اقتصاد دانش‌بنیان بر رشد اقتصادی در چهارچوب مدل رشد درون‌زای گسترش‌یافته. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۸(۶۸)، ۱۸۷-۲۱۸. DOI: 10. 22054/JOER. 2018. 8691

رحمانی، تیمور و حیاتی، سارا. (۱۳۸۶). بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، مطالعه بین کشوری. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۹ (۳۳)، ۲۵-۵۱.

مشیری، سعید و جهانگرد، اسفندیار. (۱۳۸۳). فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشداقتصادی . *پژوهش‌های اقتصادی ایران*،۶ (۱۹)، ۵۵-۷۸.

مشیری، سعید. (۱۳۹۶). برآورد آثار مستقیم و سرریز سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید صنایع ایران با تاکید بر نقش سرمایه انسانی و ظرفیت جذب. *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۵۲(۲)، ۴۲۶-۳۹۵. DOI: 10. 22059/JTE. 2017. 61859

References

Agion, P. & Howwit, P. (1988). *Endogenous growth theory*. ISBN: 9780262528467. London: Cambridge, MIT Press.

Amin, A. & Ansari, Z. (2012). Analyzing the role of human capital and research and development in promoting the total factor productivity in selected service sectors. *Quarterly Journal of Financial Economics, 6(21)*, 59-82. [In Persian]

Anderson, T. W. & Hsiao, C. (1981). Estimation of dynamic models with error components. *Journal of the American statistical Association, 76 (375)*, 598-606.

Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: monte carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies, 58(2)*, 277–297.

Arellano, M. & Bover, O. (1995). Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Component Models. *Journal of Econometrics, 68*, 29-52. http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D

Ark, V. & Timmer, B. (2008). The productivity gap between europe and the united states: trends and causes. *Journal of Economic Perspectives, 22(1)*, 25-44. DOI: 10. 1257/jep. 22. 1. 25.

Balli, O. & Sørensen, E. (2013). Interaction effects in econometrics. *Empirical Economics, 45(1)*, 583-603. https://doi.org/10.1007/s00181-012-0604-2

Basu, S., Oulton, N. & Sylaja, S. (2003). The case of the missing productivity growth, or does information technology explain why productivity accelerated in the united states but not in the united kingdom*?NBER Macroeconomics, 9(18)*, 18-63. https://doi.org/10.1086/ma. 18. 3585244

Basu, S. & Waymire, G. (2008). Has the importance of intangibles really grown? and if so, why? *Accounting and business research, 38(3)*, 171-190. https://doi.org/10.1080/00014788. 2008. 9663331

Bhattacharya, P. & Rath, N. (2020). Innovation and firm-level labour productivity: a comparison of chinese and Indian manufacturing based on enterprise surveys. *Science, Technology & Society, 25(3)*, 1-17. https://doi.org/10.1177%2F0971721820912902

Blundell, R. & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics, 87*, 115—143.

Brynjolfsson, E. & Lorin, M. (2000). Computation: information technology organizational transformation and business performance. *Journal of Economic Perspectives, 14(4)*, 23-48. DOI: 10. 1257/jep. 14. 4. 23

Brynjolfsson, E. & Hitt, M. (2003). Computing productivity: firm-level evidence. *Review of Economics and Statistics, 85(4)*, 793-808. https://doi.org/10.1162/003465303772815736

Caves, W., Laurits, R. & Diewert, W. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*, *50(6)*, 1393-1414. https://doi.org/10.2307/1913388

Chen, W. (2017). *Intangible capital and economic growth*. doctoral dissertation. University Of Groningen.

Corrado, C., Hulten, C. & Sichel, D. (2005). *Measuring capital and technology: an expanded framework*. ISBN: 0226116123. Chicago: University of chicago Press. [National Bureau of Economic Research] https://doi.org/10.7208/9780226116174-003

Corrado, C., Haskel, J. & Lasinio, J. (2012). Intangible capital and growth in advanced economies: measurement methods and comparative results . *Institute for the Study ofLabor (IZA),. ZA Discussion Papers(6733).*

Corrado, C., Haskel, J. & Lasinio, J. (2014). Intangibles and industry productivity growth: evidence from the eu. *IARIW 33rdGeneral ConferenceRotterdam. the Netherlands*, 24-30.

Corrado, C., Hulten, C. & Sichel, D. (2009). Intangible capital and U. S. economic growth. *Review of Income and Wealth, 55(3),* 661-685. https://doi.org/10.7208/9780226116174-003

Esmaeily Sadrabadi, F. & Jahangard, E. (2022). Total Factor Productivity and Intangible Capital in Different Levels of Technology: A Case Study of Iranian Manufacturing Industries. *International Journal of New Political Economy, 3(2),* 27-55. *DOI: 10*. 52547/jep. 3. 2. 27

Esmaeily Sadrabadi, F., Jahangard, E., Mohammadi, T. & Salem, A. (2021). The effect of intangible investment on the total factor productivity of production in Iran's manufacturing industries. *The Quarterly Journal of Quantitative Economics*, Accepted Manuscript Available Online from 25 July 2021. DOI: https://dx.doi.org/10.22055/jqe. 2021. 37224. 2363. [In Persian]

European Commission, International monetary fund, organisation for conomic co-operation and development, united nation. & World Bank. . (2008) *System of National Accounts*. *ISBN: 978-92-1-161522-7*. New York: United Naions.

Gordon, J. & Sayed, H. (2020). Transatlantic technologies: the role of ICT in the evolution of U. S. and european productivity growth. *National Burea of Economic Research, Working Paper (27425).* DOI: 10. 3386/w27425

Griliches, Z. & Mairesse, J . (1995). Production function: the search for the identification. *National Burea Of Economic Research, Working Paper (5067).*

Griliches, Z. & Regev, H . (1995). Firm productivity in Israeli industry. *Journal of Econometrics, 65(1),* 175–203.

Griliches, Z . (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of economics, 10(1).* 92-116. https://doi.org/10.2307/3003321

Griliches, Z. (1991). The search for R& D spillovers. *NBER Working Paper*(3768). DOI: 10. 3386/w3768

Griliches, Z. (1992). *Output measurement in the service sectors*. ISBN: 0226308855. Chicago: the university of Chicago press. https://doi.org/10.7208/9780226308890

Hintzmann, C., Lladós Masllorens, C. & Ramos Lobo, R. (2021). Intangible assets and labor, productivity growth. *Economies, MDPI, 9(82),*1-21. https://doi.org/10.3390/economies9020082

Jiyoung, K., Satoshi, N. & Kazuhiko, N. (2021). The role of ICT productivity in Korea-Japan multifactor CES productions and trades. *Applied Economics, 53(14),* 1613-1627. DOI: 10. 1080/00036846. 2020. 1841084

Mapula Hildah, L. & Kalaba, M. (2021). Estimating effects of ICT intensity on productivity, employment and output in South Africa: an industry-level analysis. *Information Technology for Development, 28(3),* 1-26. https://doi.org/10.1080/02681102. 2021. 1882367

Liang, Y. (2021). Intangible capital in U. S. manufacturing. *Economics Letters, 199(C),* 1-4. DOI: 10. 1016/j. econlet. 2020. 109697

Lipsey, R., Carlaw, K. & Bekar, C. (2005). *Economic transformations: general purpose technologies and long-term economic growth*. ISBN-13: 9780199290895. UK: Oxford University Press. DOI: http://dx.doi.org/10.1057/9780230280823_7

Matyas, L. & Sevestre, P. (2008). *The econometrics of panel data: fundamentals and recent developments in theory and practice*. ISBN: 978-3540758891. Germany: Springer. [3rd edition]

Moshiri, S. & Jahangard, E. (2004). Information and communication technology (ICT) and Iran's economic growth. *Iranian Economic Research Quarterly. 6(19).* 55-78. [In Persian]

Moshiri, S. (2017). Estimating the direct effects and overflow of investment in information and communication technology on the production of Iranian industries with emphasis on the role of human capital and absorption capacity. *Journal of Economic Research. 2(119).* 395-426. [In Persian] doi: 10.22059/JTE.2017.61859

Mozayani, A. & Moradhassel, N. (2020). How much has information and communication technology contributed to the economic growth of Iran?. *International Journal of Economics and Politics, 1(1),* 57-68. https://dx.doi.org/10.29252/jep.1.1.57

Rahmani, T. & Hayati, S. (2007). Investigating the effect of information and communication technology on the growth of total factor productivity, an inter-country study. *Iranian Economic Research. 9(33),* 25-51. [In Persian]

Rico, P. & Cabrer-Borrás, B. (2020). Intangible capital and business productivity. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, *33(1),* 3034-3048. DOI: 10.1007/s11365-019-00614-4

Salem, A. (2018). Assessing the impact of knowledge-based economy on economic growth in the context of the extended endogenous growth model. *Quarterly Journal of Economic Research, 18(68),* 187-218. [In Persian] DOI: 10. 22054/JOER.2018.8691

Schumpeter, A. (1994*). Capitalism, socialism and democracy.* ISBN: 9780415107624. London: Routledge. [Retrieved 23 November 201].

World Bank (1993) . *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy*. Oxford: Oxford University Press, for the World Bank.

۱

استناد به این مقاله: جهانگرد، اسفندیار، محمدی، تیمور، سالم، علی اصغر، اسمعیلی صدرآبادی، فروغ. (۱۴۰۲). سرمایه‌گذاری‌های نامشهود در صنایع با شدت فناوری دیجیتالی بالاتر و بهره‌وری عوامل تولید، *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۸ (۹۴)، ۷-۴۶.

Iranian Journal of Economic Research is licensed under a Creative Commons Attribution.NonCommercial 4.0 International License.